

支圧式アンカー問題とその数値解析法

神戸大学工学部 正会員 ○ 田中 榮雄
 神戸大学工学部 谷口 勝
 神戸大学工学部 正会員 谷本 喜一

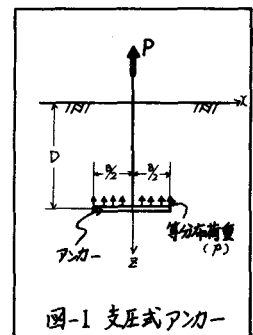
1. まえがき

粘土地盤に埋設されたアンカーが長期荷重を受けると、一般にアンカーの変位は時間とともに増加する。これは、アンカー周辺の土がクリープならびに圧密変位を起すためと考えられる。深く埋設された円形支圧式アンカーについては、昨年までの研究により圧密による変位が重要であることが一応示された。支圧式アンカーは浅い位置に埋設されるケースもあるので、その場合の時間依存性を示すアンカー変位について検討する必要がある。

そこで、本研究では、浅く埋設された支圧式アンカーの圧密による変位の解明を目標とし、その第一段階として、アンカー周辺の間隙水圧分布の解析方法について検討を行なった。

2. 浅く埋設された支圧式アンカー周辺地盤の間隙水圧分布

問題の単純化をはかるために、地盤は完全弾性体と仮定した。さらに今回は、実用上のアンカーとは異なるが、平面ひずみ条件の2次元問題について解析を行なった。これは、支圧式アンカー問題が模型実験により研究される場合、2次元平面ひずみ条件で行なわれることを想定して、その問題の解析方法を確立しようとしたためである。図-1に支圧式アンカー問題を模式的に示す。ただし、アンカーは等分布荷重を受ける完全反りみ性のものとした。



地盤内に線荷重が作用した場合、地盤内応力を求める理論式はメランによって与えられている。メランの式を用いれば、重ね合わせの原理に基づき等分布荷重を受ける帯状支圧式アンカー周辺の地盤内応力を求める理論式を導くことができる。その積分方法および式の導入についてはここでは省略するが、積分により得られた理論式の一例(鉛直応力 σ_z)を以下に示す。

$$\sigma_z = \frac{-P\mu}{4(1-\mu)\pi} \left[-\frac{z-D}{\mu} \left\{ \frac{x-\frac{B}{2}}{(x-\frac{B}{2})^2+(z-D)^2} - \frac{x+\frac{B}{2}}{(x+\frac{B}{2})^2+(z-D)^2} \right\} - \frac{2(1-\mu)}{\mu} \left\{ \tan^{-1} \frac{x-\frac{B}{2}}{z-D} - \tan^{-1} \frac{x+\frac{B}{2}}{z-D} \right\} - \left(\frac{D}{\mu} - \frac{3-4\mu}{\mu} z \right) \left\{ \frac{x-\frac{B}{2}}{(x-\frac{B}{2})^2+(z+D)^2} - \frac{x+\frac{B}{2}}{(x+\frac{B}{2})^2+(z+D)^2} \right\} - \frac{4Dz(D+z)}{\mu} \left\{ \frac{x-\frac{B}{2}}{((x-\frac{B}{2})^2+(z+D)^2)^{3/2}} - \frac{x+\frac{B}{2}}{((x+\frac{B}{2})^2+(z+D)^2)^{3/2}} \right\} - \frac{2(1-\mu)}{\mu} \left\{ \tan^{-1} \frac{x-\frac{B}{2}}{z+D} - \tan^{-1} \frac{x+\frac{B}{2}}{z+D} \right\} \right]$$

μ: アンカー比

その他の応力 σ_x 、 τ_{xz} についても上記と同様に求められる。

Yasuo TANAKA, Masaru TANIGUCHI, Kiichi TANIMOTO

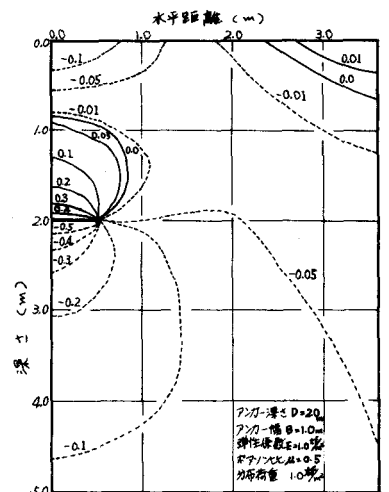


図-2 帯状アンカー周辺の隙間水圧分布図

間隙水圧は地盤が完全弾性体と仮定したため、 $u = u_{\text{acc}} = \frac{1}{3}(u_x + u_y + u_z)$ で与えられる。図-2に理論式より求められた浅いアンカー周辺の間隙水圧分布の一例を示す。図-2に示すようにアンカー上方と下方では、それぞれ間隙水圧が発生しており、それらはアンカー面で不連続となっていることがわかる。

一方、実際の地盤を完全弾性体として取り扱うことは少なく、F.E.M.のような数値解析法で地盤の変形および応力解析を行なうことが多い。ただし、一般に使用されるF.E.M.の解析では、連続体の問題を対象としているので、図-2に示したようなアンカー面で生じる間隙水圧の不連続性をどのように取り扱うか注意しなければならない。

飽和粘土のように非圧縮性の地盤をF.E.M.により解析する場合、変位と間隙水圧を未知数とする有限要素が一般に用いられる。(図-3参照)このような要素を用いて、アンカー周辺の地盤を離散化した場合、アンカー面では変位および間隙水圧も連続となり、先に述べた間隙水圧の不連続性を解析できない。そこで、本研究では、アンカー面の上下で別個の間隙水圧が発生するように有限要素を改良して解析を行なった。つまり、図-4に示すように同一節点であってもアンカー上面では、間隙水圧 = u_1 、下面では間隙水圧 = u_2 がそれぞれ求められる。このように改良したF.E.M.を用いて、浅い支圧式アンカー周辺の間隙水圧を求めた結果を図-5に示す。この図には、先述した理論式によつて求められた間隙水圧と改良前の連続性要素のF.E.M.によつて求められた間隙水圧分布をあわせて示している。この図からわかるように、改良されたF.E.M.によれば、アンカー面で不連続な間隙水圧が求められている。又、2つのF.E.M.による間隙水圧分布は、アンカーから離れるにしたがって、両者の間隙水圧に大きな差が生じないことがわかった。

3. 結論

単純な完全弾性体の2次元の帯状アンカー問題では、間隙水圧分布を理論式により計算することができる。一方、この問題をF.E.M.により解析する際、改良したF.E.M.により不連続性の間隙水圧を求めることができた。しかし、今回解析を行なったのは、時間独立問題についてのみである。従つて、今後、アンカーの圧密問題に関して研究を行なつていく予定である。

参考文献 1) 田中：“支圧式アスアンカーの圧密による変位”，第16回 土質工学研究発表会 昭和56年 p. 1889 ~ 1892

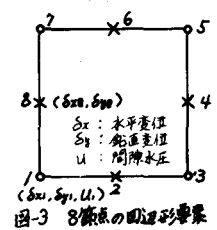


図-3 8節点の四角形要素

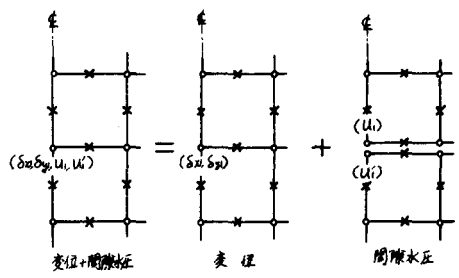


図-4 不連続性要素

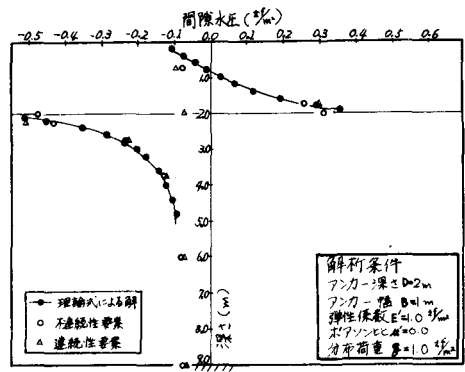


図-5 アンカー中心軸上の間隙水圧の比較図